VOYAGE EXTRAORDINAIRE

AVEC

UNE MOLÉCULE

DE FRÉON 12



ROMAN FRIGORIFIQUE

Texte et illustrations de
A. DELALANDE, Ing. I.E.G.

NOTE DE L'ÉDITEUR

●

L'auteur qui pendant des années, s'est occupé de la formation des monteurs frigoristes, a remarqué que ceux-ci étaient plus sensibles à ce qui parlait à leur imagination qu'aux arides lois de la physique ou de la thermodynamique, même simplifiées à l'extrême.

Il a pensé que l'on pouvait imaginer de façon attrayante ce qui se passe à l'intérieur d'une installation frigorifique ou pour employer son expression « à l'intérieur de tubes opaques et mystérieux ».

Il croit également qu'une petite étude du diagramme enthalpique, si largement employé pour les frigoristes de l'ammoniac, aiderait considérablement à la formation des jeunes monteurs.

C'est la raison pour laquelle il s'est étendu sur le sujet et s'est efforcé de le simplifier et de l'imager.

Des « notes de calcul » placées en fin du recueil pourront être reprises par les jeunes frigoristes que l'arithmétique élémentaire ne peut décourager.

Les chiffres entre parenthèses qu'on trouvera dans le texte renvoient aux calculs correspondants en fin du recueil.

●

PRÉFACE

Pour qu'une technique industrielle conquière rapidement un large droit de cité, il ne suffit pas qu'elle dispose de Professeurs éminents, d'une élite d'Ingénieurs et de Constructeurs de mérite éprouvé, il faut encore qu'elle puisse compter sur un grand nombre d'applicateurs modestes techniciens du froid, en contact étroit avec le public qu'ils ont pour rôle d'informer d'éclairer sur le choix des appareils, d'aider pour l'installation, la mise en marche et les soins à leur donner.

Les divers groupements qui veillent avec un remarquable dévouement aux destinées de l'Industrie Frigorifique aujourd'hui en pleine évolution, ont parfaitement compris cette nécessité de former des techniciens, monteurs, dépanneurs, réparateurs, prospecteurs inlassables, mais ces auxiliaires précieux sont encore trop peu nombreux. Bien souvent en effet, l'Office central de l'Institut International du Froid est consulté sur la possibilité d'obtenir un de ces spécialistes, soit pour une ville, soit même pour un département où il pourrait se créer une confortable situation.

L'Amérique, depuis des années, a montré que, pour assurer un large recrutement, il fallait exercer parmi les jeunes ouvriers des différentes industries mécaniques une active propagande par la presse, la radio et surtout par la diffusion de petits ouvrages de vulgarisation. L'un d'eux, publié avant la guerre avec grand succès, Master Service Manuals, était remarquablement rédigé, en un style clair et précis, richement illustré de dessins exacts ou schématiques, de photographies, de tableaux récapitulatifs.

En France, il n'existait rien, croyons-nous, dans cet ordre d'idées. M. Delalande s'est proposé de combler cette lacune d'une façon particulièrement originale, en donnant à son petit livre l'impression de la vie à l'aide d'une série de dessins animés destinés à figurer les vicissitudes de la molécule de Fréon dans son aventureux trajet le long du circuit frigorifique.

La machine frigorifique est, en effet, une machine spéciale, presque aussi vivante que l'appareil circulatoire chez les êtres vivants, avec son compresseur (pompe cardiaque), sa zone de haute pression (artères), son réseau de basse pression (nappe capillaire et veines), son fluide transporteur de tous les éléments plastiques et énergétiques (le sang).

On ne fera pas comprendre les secrets de ces deux mécanismes aux simples professionnels, techniciens du froid ou infirmiers, en prenant un ton doctoral, en chaussant de sévères lunettes, et en noircissant des tableaux d'équations ou de formules abstraites. Il faut descendre des hauteurs de la théorie et recourir aux expressions simples et directes, aux dessins parlant à l'imagination, aux figures fixant la vue, en un mot : instruire en distrayant.

Cette forme de présentation, d'illustration choisie par M. Delalande, constitue un bel acte d'optimisme en l'avenir de l'Industrie Frigorifique qui, née en France, doit s'y faire une place de plus en plus grande. Le technicien du froid doit puiser à cette source pleine confiance en son métier et en lui-même. Il faut qu'à sa sortie de l'école, il le garde avec lui comme un talisman de succès. En face d'une installation à examiner, à reviser, peut-être même à réparer, qu'il ne prenne pas un air compassé, une mine renfrognée, des gestes las et découragés, mais se mette à l'ouvrage avec le sourire et le désir de bien faire. On n'accomplit pas une tâche sans enthousiasme, sans gaîté, sans amour.

Dans cette période d'apathie générale déprimante et de tenaillants soucis, nous voudrions proposer à tous la devise du Septième Congrès International du Froid : « Keep smiling », « Soyez et restez souriants » et confiants. Elle inspire depuis de longues années toute la propagande américaine, elle servira la cause de l'Industrie Frigorifique Française.

En publiant cette sympathique brochure avec les soins qu'elle exige, l'Editeur aura bien mérité du Froid.

Docteur Maurice PIETTRE.

AVERTISSEMENT

Où l'auteur s'adresse au lecteur.

Les auteurs illustres prétendent généralement que leur œuvre est destinée à intéresser tout le monde.

Ceux qui ne sont pas illustres sont bien obligés d'être plus modestes.

Pour ma part, j'affirme hautement que cette brochure ne peut intéresser que les jeunes frigoristes.

Il m'a toujours semblé qu'il valait mieux s'adresser à une clientèle triée sur le volet... Aussi, j'écarte délibérément ceux dont la tête est givrée (sans espoir de dégivrage, hélas...), qui commencent à prendre du jeu dans les clapets et les têtes de bielles, tous ceux dont la pression de refoulement est anormalement basse. En un mot, tous ceux qui, pour une raison ou pour une autre, ont dépassé la trentaine. Peut-être cependant cet ouvrage trouvera-t-il grâce devant les frigoristes chevronnés, auxquels il n'apprendra rien qu'ils ne sachent déjà, mais qu'il aura, nous l'espérons, l'heur d'amuser.

Ce rare désintéressement me donne le droit de donner des conseils.

Je suis d'accord avec tous les hygiénistes, les oculistes et en général tous les gens bien pensants pour déclarer qu'il ne faut pas lire au lit, non pas pour les raisons données par les personnalités ci-dessus énumérées : déformation de l'épine dorsale, fatigue de la vue, mauvais rêves, etc., mais pour la raison toute simple que quand on lit couché on s'endort.

Cela est vrai pour tout le monde.

C'était vrai déjà aux temps privilégiés où nombre de gens n'avaient rien à faire de toute la journée.

C'est encore plus vrai pour les malheureux frigoristes qui, par profession, sont obligés à des exercices de cirque variés : reptation sous les comptoirs, élongation dans les chambres froides, et tous exercices d'assouplissement nécessaires au passage des tubes, à la pose des manomètres, au réglage des détendeurs, etc.

La perspective qu'un de mes lecteurs pourrait s'endormir en me lisant m'est particulièrement pénible.

Voici comment j'envisage de conseiller le lecteur de cet opuscule.

Le jeune frigoriste doit d'abord se lever de très bonne heure.

C'est le matin que l'esprit est le plus lucide et la lucidité est nécessaire à la compréhension de cet ouvrage.

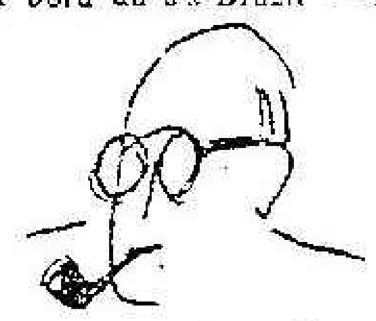
Il devra prendre une bonne douche d'eau glacée et éviter tout exercice physique préalable. Les hommes de génie qui ont fait un peu de tapage dans l'histoire ou dans les sciences, les arts ou les lettres, n'ont jamais pris d'exercice. D'autre part, les athlètes ont été rarement des génies.

Il est inutile de recommander de lire plus de deux pages à la file. Ce rationnement s'imposera de lui-même.

Mais je dois avertir celui qui sauterait des pages pour voir comment l'aventure se termine, qu'il commettrait une grave erreur de jugement. Cette technique ne se conçoit que pour les romans policiers ou les contes de fées (c'est tout un au fond) mais elle ne vaut rien lorsqu'il s'agit d'un écrit dont la valeur éducative n'échappera qu'aux esprits superficiels.

Enfin, ceux qui n'auraient pas totalement apprécié ce livre à première lecture, sont priés de le relire une deuxième et éventuellement une troisième fois. Mais si la troisième lecture n'est pas plus profitable que les deux précédentes, il vaudrait mieux ne pas insister... et n'en rien dire pour deux raisons : la première est que l'infortuné lecteur risquerait de se faire mal juger par ceux qui croiraient avoir tiré un bénéfice de la lecture. De plus, et cette seconde raison a une grande valeur à mes yeux, une contre publicité nuit généralement à la diffusion.

A bord du s/s Brazil — 18 Mars 1946.



L'auteur d'après un portrait attribué à Rembrandt...

VOYAGE EXTRAORDINAIRE

AVEC

UNE MOLÉCULE

DE FRÉON 12

■

Il est bien aysé à vérifier que les grands aucteurs, escrivans des causes, ne se servent pas seulement de celles qu'ils estiment estre vrayes, mais de celles encore qu'ils ne croient pas, pourveu qu'elles ayent quelque invention et beaulté. Ils disent assez véritablement et utilement, s'ils disent ingénieusement...

MONTAIGNE.

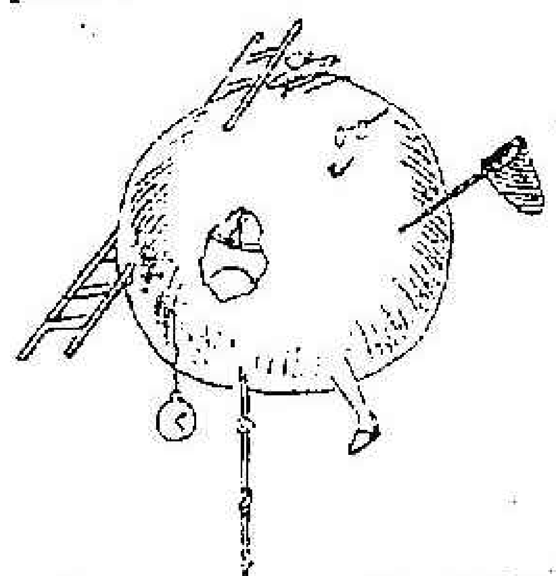
(*Livre III, chap. IV : les Essais*).

PROLOGUE

•

Nous voici donc installés dans le réservoir, quelques minutes d'attente dans un tube, une vanne qui s'entrouvre et nous avons été chassés par un courant vif de vapeur provenant d'un cylindre de F12 (1) légèrement chauffé pour en accroître la pression.

Quelques minutes encore pour nous rassembler tous les quatre, ranger nos instruments de mesure et nos outils. Tout est prêt, je peux dicter les premières notes. Nous sommes au centre d'une molécule de Fréon 12 dans le réservoir d'une petite installation frigorifique commerciale.



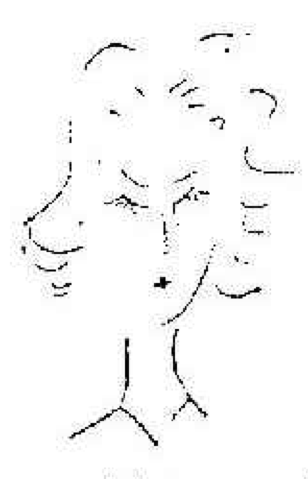
Nous sommes quatre, confortablement installés dans une molécule de Fréon 12.

---

(1) C'est le Fréon 12 qui a été choisi comme fluide frigorigène pour cette installation. On aurait pu tout aussi bien adopter le CH_3Cl.

Dans ce cas, bien entendu, pressions, volumes spécifiques, quantités de chaleur, etc. auraient été quelque peu différents, mais l'ensemble n'aurait été que bien peu modifié.

On aurait pu, aussi, choisir le SO_2, mais ce fluide, qui a cependant bien des mérites, est à peu près abandonné actuellement. Les changements auraient alors été plus importants.



Mlle Colyvette, le type de la parfaite secrétaire... La coiffure toujours bien en ordre, comme ses dossiers, qu'elle est seule à pouvoir retrouver. Preuve qu'elle sait se rendre indispensable...

— Comment, quatre hommes dans une molécule de Fréon 12 ?

— D'abord ce ne sont pas quatre hommes, mais trois hommes et une femme, c'est une jeune fille qu'il faudrait dire, Mlle Colyvette, notre secrétaire.

— Mais voyons, vous divaguez. . . dans un réservoir, dans une molécule ?

-- Pourquoi pas ? . . . Savez-vous combien de millions de bactéries peuvent se rassembler dans une goutte de lait? Savez-vous qu'on a déjà fait remarquer que des colonies de microbes de la malaria vivent à l'aise dans la glande salivaire d'un moustique qui leur semble vaste comme le monde?

— Des microbes, oui, non des hommes. . .

— Des hommes aussi, il suffit de réduire leurs dimensions à celles des microbes.

— C'est impossible.

— Pourquoi impossible? Dites, celà ne s'est pas encore vu, ne dites pas c'est impossible. C'est possible et même très facile, puisque nous l'avons réalisé. Ces notes, d'ailleurs, n'en font-elles pas foi?

— Expliquez-vous donc....

— Je vous arrête. La mode est aux secrets. Pourquoi voulez-vous que je vous donne le secret de la « microbisation » de l'homme alors que le secret de la bombe atomique est si jalousement gardé?

— Très juste, néanmoins, on a eu de petits éclaircissements, des idées....

— Je vais vous en donner aussi. Vous savez que certains hommes sont grands et d'autres petits simplement en raison de l'action d'une glande.

— Oui, l'hypophyse.

— Parfaitement.

— Cete glande secrète une hormone....

— Je vois que vous êtes très au courant. Vous savez donc qu'en accroissant ou diminuant les secrétions de celte glande on peut à volonté faire des géants ou des nains.

— Des nains, oui, mais pas des microbes.

— Soyons logiques, les microbes sont de tout petits nains, des nains minuscules....

— Et comment avez-vous pu.. ?

— C'est là le secret, néanmoins, j'ajouterai ceci : vous avez lu comme tout le monde la découverte de ce champignon qui produit la franquiciline ? Vous savez que ce champignon a été découvert à Paris, tout simplement dans les caves de notre plus grande banque. Et vous savez qu'un illustre savant a démontré que c'était l'action rétrécissante de cette franquiciline qui avait mis notre monnaie nationale dans l'état réduit où elle se trouve actuellement.

— Certes, mais cette théorie est combattue.

— Par qui, je vous prie ?

— Par les économistes distingués.

— Laissez-moi rire. Ce sont les savants qui ont raison. Le champignon a fait son apparition dans les caves de la banque vers 1914 et depuis, le franc n'a cessé de diminuer de poids et de volume, pour arriver à l'état où vous le connaissez actuellement

D'autre part, le franc a cessé de diminuer au moment précis où on a aseptisé les caves de la banque.

— Admettons l'action de ce champignon sur une monnaie, mais sur un homme ?

— Bien plus facile encore. L'organisme humain a une souplesse et une faculté d'adaptation que n'a pas un métal. L'organisme humain est vivant et non inerte... D'ailleurs, j'en ai trop dit. Le fait est là. Nous sommes quatre hommes réduits à la dimension de microbes et installés aussi confortablement que possible dans une molécule de Fréon 12. Nous avons entrepris de voir exactement ce qui se passait dans une installation frigorifique. Nous le ferons en techniciens. De la façon la plus objective, à l'aide des instruments de mesure que nous avons emportés avec nous. Et nous en ferons un rapport à « l'Association des Savants frigoristes français », entre les mains de son distingué Président, M. DUFELBOUR. Et que vous croyiez ou non que nous y sommes vraiment allés, dans cette molécule de Fréon, cela nous importe peu... Nous relatons ce que nous avons vu, pour l'usage des vrais techniciens et non pour les ignorants et les sceptiques.

Le Président.
Le front est dégagé comme il convient aux hommes de Science...
Le bas du visage un peu lourd annonce une tendance à la gourmandise... bien excusable chez un homme qui consacre sa vie à la protection des denrées alimentaires.

DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

ET

CARTE GÉOGRAPHIQUE DES LIEUX VISITÉS

•

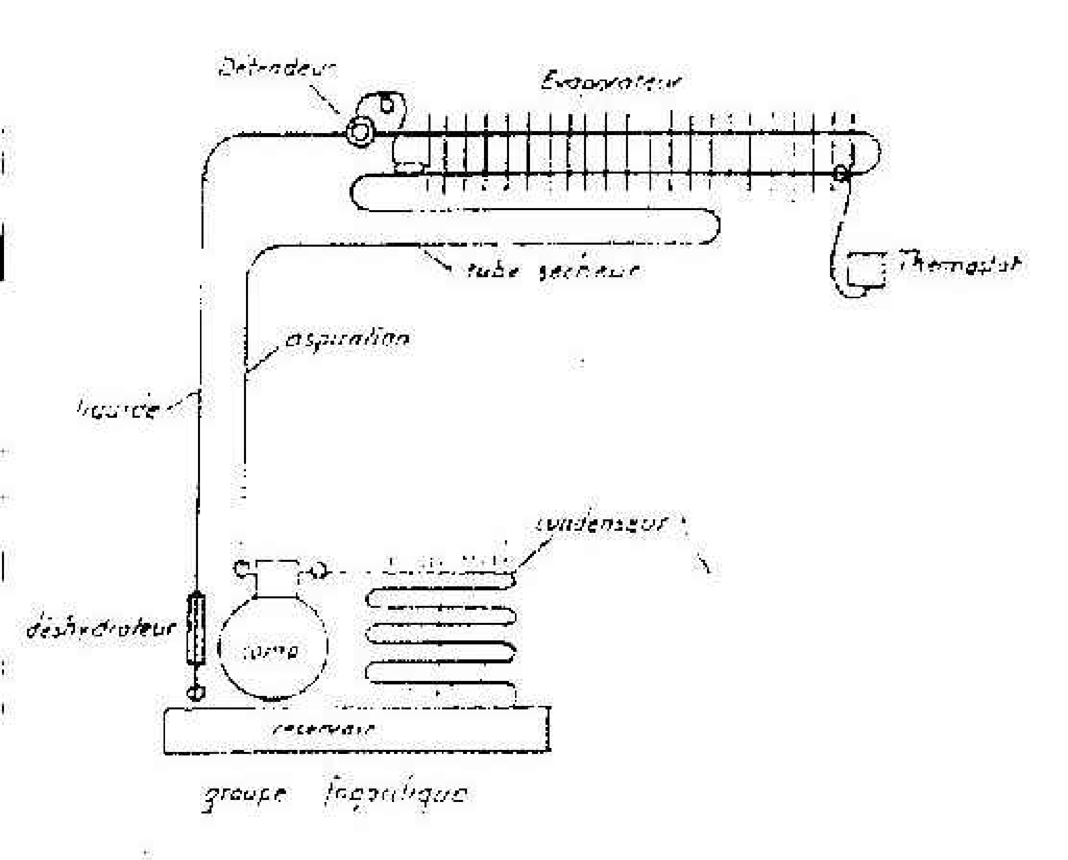
C'est une installation frigorifique toute simple, toute ordinaire, comme il y en a des dizaines de milliers en France. Elle se compose d'un groupe frigorifique à condensation par air, d'un détendeur thermostatique, d'un évaporateur à ailettes et de tuyauteries. Nous ne décrirons pas ces organes, dont le rôle et le fonctionnement sont bien connus de tous les frigoristes.

L'installation de 1.000 frigh a été faite sur une chambre froide de 12 m3. Les conduites ont les dimensions suivantes : liquide 1/4"; longueur 3 m.; aspiration 5/8"; longueur 3 m.; évaporateur 5/8"; longueur 13 m.; tube sec 5/8"; longueur 2 m.; Condenseur 3/8", longueur 20 m.

Comme vous voyez, rien de nouveau, rien d'extraordinaire.

D'ailleurs le schéma ci-dessous vous en dira autant qu'une longue description.

Notons, car c'est très important, que nous allons parcourir 46 mètres de tuyauteries et à la vitesse de circulation du liquide ou de la vapeur. Nous déduirons, bien entendu, les arrêts, volontaires, du temps total passé dans l'installation.


Détendeur
Evaporateur
tube sécheur
Thermostat
aspiration
liquide
condenseur
déshydrateur
reservoir
groupe frigorifique

CHAPITRE I

Attente du départ.

Nous avons encore quelques minutes avant la mise en route de l'installation. Profitons-en.

Dans les romans, on présente les héros. Sachez donc qu'il y a ici l'illustre savant Robermas et le technicien Jeangau, puis la secrétaire dont il a déjà parlé et moi-même.

Nous avons le temps de faire quelques observations.

Installons notre manomètre : pression 6,5 atmosphères absolus, le thermomètre indique 24°.

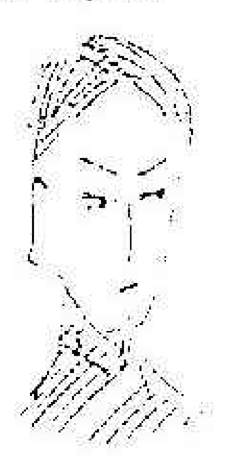
Robermas... un vieux loup de mer, le type même de l'explorateur.

— Tiens, la température est la même que celle de l'air extérieur mesurée avant notre départ.

— C'est tout naturel notre installation frigorifique est arrêtée depuis plusieurs heures. Les températures extérieures et intérieures se sont égalisées.

— La température n'est donc pas toujours la même ?

— Mademoiselle Colyvette, vous êtes autorisée à poser des questions.



Jeangau... un Parisien plein de fantaisie, voulait emporter son [illegible] dans l'expédition !

mais elles ne doivent pas être trop naïves. De quoi aurions-nous l'air ? Non, la température du fluide frigorigène dans le réservoir varie. Dans une installation à refroidissement par air, elle est au minimum à la même température que l'air ambiant ? Mais quand l'installation tourne, la température monte.

D'ailleurs, n'anticipons pas. Nous verrons cela au retour, puisque notre voyage finira ici.

— Faisons le point sur la carte, et marquons de la lettre A l'état du liquide dans le réservoir à notre entrée. C'est bien cela, 24°, pression 6,5 at. abs., et bien entendu, sur la courbe du liquide.

— Examinons les lieux...

— Notre fréon est un peu visqueux, il contient de l'huile en dissolution. Un essai rapide nous donnera la proportion suivante ; fréon 89 %, huile 11 %.

— Cette proportion est-elle toujours la même ?

— Non, elle varie dans une assez grande mesure. Mais une proportion de 10 % d'huile mélangée au fluide est à peu près celle qu'on trouve dans une installation courante comme la nôtre.

— Evadons-nous un peu de la masse de liquide, remontons à la surface.

— Le réservoir n'est pas plein. Le liquide est à peine au tiers.

— Bien entendu. Il faut prévoir que nous pourrons avoir à faire entrer tout le liquide de l'installation dans le réservoir, pour une réparation par exemple. De plus, actuellement le fluide à 24° occupe un volume de 0,76 litres par kilo, mais s'il était à 41° par exemple, son volume spécifique (1) serait passé à 0,80.

— Cela fait plus de 5 % d'augmentation de volume, dit Jeangau qui est un virtuose de la règle à calcul.

— C'est peu, mais il faut le prévoir. Généralement les réservoirs ont une capacité de 20 à 25 % supérieure à celle qui est nécessaire à la charge normale.

— Quelle vapeur il y a ici, on étouffe, voyez comme les parois ruissellent.

— Evidemment, le fluide à l'état liquide émet constamment des vapeurs. Ce sont d'ailleurs ces vapeurs qui créent la pression que nous avons mesurée.

— Voyez, des molécules de Fréon semblent éclater à la surface. Elles se transforment aussitôt en vapeur. Et en compensation des molécules de vapeur se transforment en liquide qui ruisselle sur les parois du réservoir.

— En somme, il y a toujours du remue-ménage dans ce réservoir. Est-ce que le phénomène se produit dans une bonbonne par exemple ?

— Exactement.

— Attention, l'installation vient de se mettre en route. Notre réservoir a des vagues maintenant, comme un océan. Les parois se renvoient des ondes.

---

(1) Le volume spécifique est le volume de 1 kg. d'une substance. De même le poids spécifique est le poids d'un litre d'une substance. Quand on dit que le poids spécifique de l'aluminium est de 2,6 cela signifie que 1 dm3 (ou un litre) d'aluminium pèse 2,6 kgs.

Inversement le volume spécifique de l'aluminium est de 1/2,6 = 0,385, c'est-à-dire que 0,385 dm3 d'aluminium pèsent 1 kg.

Si l'on dit que le volume spécifique du F 12 est de 0,7637, cela signifie simplement que 0,7637 dm3 du F 12 pèsent 1 kg. Inversement le litre du F 12 pèse 1,304 kgs.

— Ce n'est dû qu'à la vibration du compresseur.

— Voyez par l'orifice du condenseur, les premières gouttes viennent de tomber. Comme c'est joli cette cascade de Fréon. L'huile irise les gouttes qui chatoient sous le faisceau lumineux de nos projecteurs.

— Partons-nous tout de suite dans le circuit ? Ce doit être plus beau encore...

— Non, attendons, nous avons bien le temps. Il est préférable de faire notre excursion scientifique dans les conditions normales de fonctionnement, c'est-à-dire quand tout le système sera bien équilibré.

— Est-ce long ?

— Nous partons dans cinq minutes. D'ailleurs, notre molécule « fait la queue » comme toutes les autres avant de s'enfiler dans le tube de départ liquide dont nous voyons l'extrémité plonger à 4 cm en dessous de nous.

— Qu'est-ce que cela ?

— Une goutte d'eau.

— Diable, voilà ce que nous n'avions pas prévu. Cela peut nous procurer pas mal d'ennuis.

— Si elle reste ainsi à nager sur le Fréon liquide, nous n'avons rien à craindre.

— Hélas, si, car s'il y a une goutte d'eau, cela prouve que le Fréon est sursaturé d'eau. Or, à 21° le Fréon 12 ne peut contenir que 0,015 % d'eau au maximum. L'eau en supplément est donc à l'état libre comme cette goutte.

— Mais nous avons un déshydrateur sur l'installation ?

— Heureusement, mais je suis inquiet quand même

— Et d'où vient cette humidité ?

— Oh ! L'humidité entre plus facilement qu'elle ne sort.

— Vous voulez savoir quelle est la cause de l'humidité, c'est la négligence.

— La négligence ?

— Oui, la négligence... Un tube de cuivre est dans un endroit frais, vous en ouvrez l'extrémité dans un endroit humide et chaud, une cuisine par exemple, immédiatement l'humidité de l'air vient se condenser dans le tube.

— Vous avez besoin de 10 cm de tube, vous laissez le reste de la couronne sans le boucher.

— Vous démontez un tube dans une installation froide, vous ne le bouchez pas immédiatement : condensation...

— Vous mettez de l'huile dans un compresseur et vous ne rebouchez pas tout de suite le bidon, l'huile absorbe l'humidité, tout le bidon est empoisonné...

— Comment, l'huile aussi absorbe l'humidité ?

— Bien sûr.

— Vous « tirez un vide » dans une installation où il y a une fuite : ça y est, l'humidité entre avec l'air.

— Bien, résumons-nous : La négligence est la source de l'eau.

— Pourquoi cette goutte surnage-t-elle ?

— Quelle naïveté : c'est parce qu'elle est plus légère. La densité (1) du Fréon 12 à 24° est de 1,3 et celle de l'eau de 1 seulement.

---

(1) La densité est le poids de 1 dm3 d'une substance.

— Et pourquoi l'huile, qui est très légère aussi, ne surnage-t-elle pas ?

— Parce que l'huile se mélange au Fréon 12, exactement comme l'alcool à l'eau.

— Avant de partir, refaisons le point. Voyez, la température a augmenté en raison de l'arrivée du condenseur de liquide plus chaud. Nous sommes maintenant à 35°. Mais la pression, elle, a considérablement augmenté. Ce n'est plus maintenant celle des vapeurs émises par le liquide. Nous avons 9,7 at. abs., ce qui correspond à la température de condensation. Par rapport à la pression, c'est comme si notre liquide était sous-refroidi. Marquons au point B' cette nouvelle caractéristique sur notre carte diagramme. La température a légèrement augmenté et la pression très nettement.

— Partons... Emportons tous nos instruments et nos précieux projecteurs et resquillons pour nous trouver juste devant l'orifice du tube de départ du liquide. Groupons-nous bien...

— Ça y est, nous venons juste d'entrer dans le tube.

— Comme cela va être amusant... Et mon chien ?

— Votre chien, mademoiselle ?... Vous avez emmené votre chien ?...

— Oui, mon Basket, je ne le quitte jamais... Pauvre bête... Si Colyvette avait prévu l'horrible aventure qui la guettait, elle aurait sans doute laissé ce chien sur les coussins où il a l'habitude de dormir si béatement.



CHAPITRE II

Il n'est pas nécessaire d'être fou pour s'occuper de réfrigération, mais ça aide...

John Baxter

Dans la conduite liquide

Nous suivons tranquillement le courant. Nous avons passé le coude brutal de la vanne liquide, qui engendre des tourbillons bien désagréables pour les voyageurs.

— Nous allons arriver au déshydrateur. Voilà une étape intéressante de notre voyage. Notre vitesse diminue et brusquement le passage s'élargit.

— Nous voici au filtre du déshydrateur, voyez ce tourbillon d'impuretés, elles montent et redescendent sans se fixer. Leur densité est à peu près la même que celle du fluide Il y aurait intérêt à les accumuler dans un recoin spécial du filtre.

— Nous y penserons à notre retour, nous dessinerons un filtre en tenant compte de l'expérience de notre voyage.

— Nous arrivons maintenant au tamis où des impuretés plus petites se sont prises dans le tissu comme du poisson dans les mailles d'un filet.

— De nombreux trous sont déjà bouchés par ces fines poussières. Cela doit avoir des inconvénients ?

— Incontestablement. Cela freine le passage du liquide et crée des pertes de charge (1).

(1) On appelle pertes de charge une diminution de pression due au frottement d'un liquide ou d'un gaz dans les tuyauteries dans lesquelles il circule.
Les pertes de charge jouent un rôle important dans les installations frigorifiques.

Et qu'arrivera-t-il si ces pertes de charge sont trop élevées ?

— Je vais vous expliquer cela. C'est un peu compliqué. Une perte de charge, c'est une diminution de pression. Regardez la carte, nous sommes actuellement au point E, si la pression diminuait, ce point suivrait un trajet vertical traversant les couches de liquide saturé et se trouverait ensuite dans la plage où le fluide frigorigène comporte une partie de liquide et une partie de vapeur.

— Il y aurait donc formation de bulles de gaz ?

— Certainement et abaissement de la température du liquide.

— Cela n'a pas d'inconvénient, au contraire, on commence le travail qui se fera dans le détendeur.

— Oui, mais la conduite liquide n'est pas dans le détendeur. D'abord, elle se trouve à l'intérieur de l'installation et si elle est trop froide, elle peut prendre de la chaleur à l'ambiance. Cela diminue la capacité de l'installation frigorifique. De plus, la production de bulles de vapeur diminue la capacité de la conduite liquide, qui a des dimensions qui lui permettent de transporter du liquide et non de la vapeur. Cela accentue encore les pertes de charge au cours du trajet du fluide. Enfin, dans le cas où la conduite est longue et est montante, la pression peut diminuer à un point tel que le liquide ne monte plus en quantité suffisante. Dans tous les cas, la pression avant le détendeur se trouve diminuée. Cela diminue déjà la capacité du détendeur et de plus, cette capacité se trouve encore diminuée par le mélange de liquide et de vapeur qu'il reçoit.

Dans ces conditions, nous arrivons à ne plus pouvoir alimenter correctement l'installation.

— Et on accuserait une fois de plus le détendeur d'un méfait dont il est innocent.

— Et à quoi reconnait-on dans une installation en marche l'existence de ces pertes de charge ?

— D'une façon un peu grossière, mais suffisante : en touchant avec la main la conduite liquide

Dans une installation à condensation par air, en marche normale, la conduite liquide a à peu près la température du corps humain. Elle ne doit donc pas donner une impression de fraîcheur au toucher.

— Est-ce qu'on va rester ici ?

— Ne nous impatientons pas, cette petite halte avait son intérêt. Maintenant, traversons le filtre et passons dans le déshydrateur proprement dit.

— Ce déshydrateur est chargé d'alumine activée. Nous avons le temps, examinons tranquillement ce qui se passe.

— L'alumine activée est un oxyde d'aluminium qui absorbe l'humidité par de nombreux orifices capillaires.

— Comme le ferait une éponge.

— C'est pourquoi on peut laisser le déshydrateur dans l'installation car il n'y a pas de réactions chimiques comme avec le chlorure de calcium, par exemple.

— C'est exact. Néanmoins celui-ci ne restera pas sur l'installation. A quoi bon ? Il ne sera plus utile quand il aura rempli son office.

— Et combien de temps comptez-vous la laisser ?

— Quelques jours, pas plus, car notre installation dégivrant entre chaque cycle, l'eau a la possibilité de ne pas séjourner dans l'évaporateur ou le détendeur sous forme de glace.

Mais si l'installation ne dégivrait pas ?

— Comme c'est le cas avec les fabriques de glace où les installations en dessous de 0°, il faudrait laisser le déshydrateur une ou deux semaines.

— Remarquons d'abord que nous venons d'entrer dans le déshydrateur par le bas.

— Il est en effet installé verticalement, c'est cette disposition qui assure le contact le plus uniforme entre le fluide et le corps sécheur.

— Dans ces conditions, je ne comprends pas pourquoi le séchage d'une installation est si long. Car si on suppose que 5 ou 6 gouttes d'eau se soient introduites dans notre circuit contenant trois kilos de Fréon 12, cela représente grossièrement 0,02 % d'humidité.

— C'est beaucoup trop puisque à —10° (notre température d'évaporation) la solubilité de l'eau dans le Fréon 12 n'est que de 0,0034 %.

— Il va donc falloir absorber la différence.

— Incontestablement, sinon nous aurons des ennuis.

— Mais il passe 34 kilos de Fréon 12 par heure pour produire 1.000 Fg/h, donc le contenu du réservoir passe dans le déshydrateur toutes les cinq ou six minutes environ.

— Bravo, mais l'eau qui s'est congelée et decongelée dans l'évaporateur ne s'y évapore pas aussi facilement que le Fréon 12, elle peut donc y séjourner longtemps.

— De plus, une partie est entraînée avec l'huile ou même dissoute dans l'huile et va dans le carter où elle mettra longtemps à repasser dans le condenseur et le réservoir.

— Tout cela ne peut évidemment pas se calculer ni même être estimé. C'est donc par prudence que nous avons dit quelques jours.

— Mais au moins après ce temps-là, l'installation sera-t-elle complètement sèche ?

— Non, hélas... Le meilleur déshydrateur du monde ne peut pas enlever toute humidité, et c'est pour cela qu'il vaut mieux ne pas la laisser entrer.

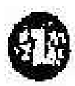
— Mieux vaut prévenir que guérir...

— Guérir mal...

— Nous voilà sortis, continuons notre promenade dans la conduite liquide en nous laissant tranquillement entraîner par le courant.

— A quelle vitesse marchons-nous ?

— Un peu plus de 2 kms à l'heure. Exactement 2 kms 15, c'est une promenade.



— Oui, mais si nous ne nous étions pas arrêtés, nous aurions parcouru toute la conduite liquide en 5" environ.



— Cette vitesse est-elle toujours la même ?

Ces indices renvoient à la partie technique de l'ouvrage « FEUILLE DE CALCULS » (page 61).

— Non, bien entendu. Elle dépend de la dimension de la conduite liquide et de la quantité de fluide qui y passe.

— Par conséquent de la capacité frigorifique de l'installation.

— Bien entendu. Nous avons actuellement 1.000 fg/h et une conduite de 1/4". Si avec la même conduite nous n'avions que 500 fg/h, notre vitesse serait exactement moitié.

— Pression et température ?

— Une seconde, mes instruments indiquent : pression 9,56 at. abs.; température 35°.

— Donc, il y a un léger abaissement de pression. 0,14 at. abs., soit 2 lbs par pouce carré. C'est une perte de charge très normale dans une conduite liquide. Elle pourrait être double sans inconvénient.

— J'ai hâte maintenant d'arriver au détendeur.

— Nous y arrivons.



CHAPITRE III

Horror, horror, horror...
(Shakespeare).

Le détendeur

— Attention à mes ordres : Passons le filtre chacun séparément. Il n'offre pas beaucoup d'intérêt quoique son utilité soit incontestable. Nous nous retrouverons après le filtre et avant l'orifice calibré.

Mais que personne ne passe l'orifice sans mon ordre. C'est la partie dangereuse de notre voyage et il serait vraiment stupide qu'il arrivât un accident à l'un de nous.

— Nous voici dans le corps du détendeur. Y a-t-il des mesures intéressantes à faire ?

e « cordée », bien groupée,
ans l'orifice du détendeur.

— Non, nous avons ici les mêmes pression température que dans la conduite liquide, à peu choses près. C'est de l'autre côté de l'orifice qu nous nous arrêterons. Néanmoins, mon cher R bermas, vous qui tenez le compteur et qui av l'œil vif, je vous demanderai de lire la vitess quand nous passerons dans l'orifice calibré.

— Approchons-nous de l'orifice sans nous laisse happer par le courant et lions-nous avec cett corde. Nous allons constituer une « cordée » comm en montagne et nous descendrons dans la cheminé formée par l'orifice du siège.

— Cette cheminée apparait énorme mais elle n' que 0,75 m/m de diamètre.

— Comme le courant y est rapide...

— Commençons à descendre. N'oubliez pas d mesurer la vitesse et passez rapidement quand l pointeau est ouvert, sinon vous seriez écrasés horri blement.

— Oh ! mais nous avons l'habitude des porte automatiques du métro...

Ce passage m'avait beaucoup inquiété, mais i semble se passer sans encombre, Robermas pass le dernier.

— Vitesse à l'entrée 61 kms à l'heure, crie-t-il en débouchant de l'orifice.



— Pas davantage ? J'aurais cru cette vitesse bien plus élevée.

— Ce n'est déjà pas si mal. De plus, je vous a indiqué que la vitesse à l'entrée était de 60 kms à

l'heure quand nous avions du liquide pur à 100 %.

Mais à la sortie, si toute la détente s'était produite dans l'orifice, la vitesse aurait atteint 1.700 kilomètres à l'heure en raison de la production de vapeur.

— Maintenant que nous avons traversé ce passage dangereux, installons nous convenablement et faisons nos observations.

— Il fait un froid de canard ici.

— Ne nous interrompez pas, nous allons faire des mesures qui seront beaucoup plus précises que vos sensations.

— Très juste : « canard » ce n'est pas une température.

— Température : — 10°. Pression : 2,23 at. abs. Quantité de chaleur : 108 calories par kilo. Nous sommes au point C.

— Par conséquent, la température s'est abaissée de 45° et la pression de 7,31 entre l'entrée et la sortie de l'orifice du détendeur.

— Comment cet abaissement a-t-il pu être si rapide? Où donc a été rejetée la chaleur du liquide qui a passé de 35° à — 10° ?

— Précisément cette chaleur n'a pas pu être rejetée à l'extérieur. Le pasage du fluide à travers le détendeur a été beaucoup trop rapide pour cela. D'ailleurs, la quantité de chaleur indiquée par notre calorimètre le prouve bien. Pas une calorie n'a été ajoutée ou retranchée entre l'entrée et la sortie de l'orifice.

— Est-ce un mystère?

— Il n'y a pas de mystère dans une installation frigorifique. Tout y suit des lois physiques inévitables comme celles de la chute des corps. L'explica-

tion est très simple : avant l'orifice, nous avions une colonne de liquide pleine. Il n'y avait pas de vapeur ou très peu. Voyez maintenant la proportion élevée de bulles de gaz mélangées au liquide...

— On n'a d'ailleurs plus l'impression d'un liquide mais plutôt d'un brouillard de gaz comparable à celui qui sort d'un vaporisateur.

— C'est tout à fait cela. Analysons le fluide pour connaître la proportion de liquide et de vapeur.

— Nous avons exactement 73 % de liquide et 27 % de vapeur.

— Très bien. Maintenant vous avez la solution : l'abaissement de la température de + 35 à — 10° a été produite par l'évaporation de ces 27 % de liquide qui sont devenus vapeur.

— Et vous trouvez l'explication simple?

— Vous savez bien que l'évaporation produit un abaisement de température. Vous l'avez expérimenté cent fois. Rien qu'en soufflant sur votre main humide ou sur votre soupe trop chaude.

— La comparaison n'est pas exacte, car en soufflant sur un liquide à l'air libre, vous obtenez un abaissement de température et une diminution de la quantité de chaleur qu'il contenait. Si en évaporant 2 gr. d'un litre d'eau, vous abaissez sa température de 1°, vous lui avez aussi enlevé 1 calorie de chaleur. Ici, la quantité de chaleur est restée la même, mais la pression a considérablement diminué, pasant de 9,56 à 2,25.

— En somme, le liquide a pris à lui-même en se vaporosant en partie, la chaleur nécessaire à cette vaporisation et il en est résulté un abaissement de température.

— On peut donc conclure que si nous avions une

température plus basse que — 10° la pourcentage de vapeur serait plus élevé.

— Oui à — 30° par exemple, la proportion passerait à 37 % de vapeur.

— Ne quittons pas le détendeur sans faire une petite inspection circulaire. Nos projecteurs éclairent les parois brillantes auxquelles l'huile donne un reflet agréable.

— Voyez ici ces traces gluantes et jaunâtres. Elles prouvent que notre huile n'est pas bonne. Ces traces proviennent de la paraffine qui se sépare de l'huile à base température.

— En grande quantité, cette paraffine constitue un danger pour le fonctionnement du détendeur.

— Voyez maintenant ces stalactites de glace miroitant sous les feux de nos projecteurs.

— C'est très joli....

— Oui, mais très dangereux. Tant que le deshydrateur n'a pas entièrement rempli son office, ces glaçons risquent de se former au pointeau du détendeur et de l'immobiliser.

— Ou bien de boucher l'orifice et de donner l'impression que le détendeur est coincé fermé.

— Et quand on le renvoie au constructeur, il trouve qu'il marche....

— Forcément, le glaçon est fondu....

— Marquons notre position sur la carte avant de partir. Nous sommes maintenant au point C. En passant à travers l'orifice du détendeur, nous avons accompli toute la distance B C, car il s'est produit une transformation considérable dans la pression et la température....

C'est au moment où nous faisions le point que nous avons constaté le drame. Colyvette poussa un

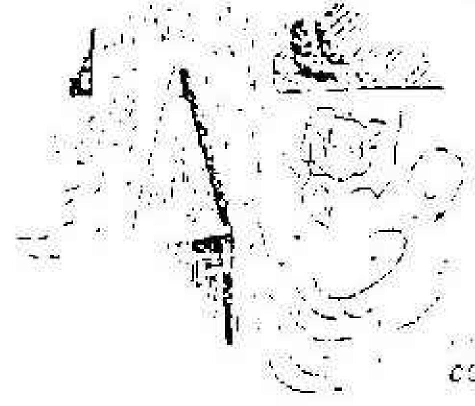
grand cri : son chien avait disparu... Comment ne s'en était-elle pas aperçue plus tôt?... Sans doute avait-elle été frappée par la féerie du paysage, par ces bulles de gaz irisées d'huile circulant rapidement dans les faisceaux lumineux de nos projecteurs... Maintenant, cette pauvre Colyvette tournait en tous sens à la recherche de son chien.

La fuite rapide du fluide pulvérisé ne favorisait pas les recherches.

Il nous fallut plus d'un quart d'heure pour retrouver la pauvre bête envolée dans un glaçon.

— Ce pauvre animal a passé le pointeau avec une molécule d'eau. Celle-ci s'est solidifiée aussitôt après le passage du pointeau et est venue s'agglomérer aux autres molécules déjà glacées formant ce petit stalactite.

Cet accident attrista notre séjour dans le détendeur. Nous avions maintenant hâte d'en sortir. Jetons un dernier coup d'œil sur cette immense grotte brillante où les mouvements de fermeture et d'ouverture du pointeau injectent un brouillard d'argent avec un bruit curieux qui tient du sifflement et du grondement d'une rafale de vent.



... le pauvre animal avait été congelé avec une molécule d'eau.

CHAPITRE IV

L'évaporateur.

— Si vous voulez bien, nous allons procéder en trois étapes. Nous nous arrêterons au début, au milieu et à la fin de l'évaporateur pour y faire nos observations. Le reste du temps, nous nous laisserons entraîner à la vitesse du fluide pour mesurer cette vitesse.

— Permettez, je proposerais une expérience très intéresante. Voulez-vous que nous attendions l'arrêt de l'installation de façon à nous rendre compte de ce qui se passe au cours du dégivrage automatique?

— Excellente idée. Nous nous arrêterons donc au milieu de l'évaporateur pour assister à l'intérieur du tube au dégivrage qui s'opère à l'extérieur.

— Nous sommes toujours au point C de notre carte diagramme. Les conditions sont les mêmes que celles que nous avions à la sortie du détendeur soit : pression 2,23 at. abs. température — 10° proportion de vapeur : 27 %.

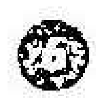
— Le fluide n'a pas encore eu le temps d'absorber de la chaleur et par conséquent, de se vaporiser davantage.

— Laissons-nous donc entrainer vers le milieu et puisque la longueur du tube de l'évaporateur est de 18 m. parcourons en 9 m.

— Comment se fait-il que la vitesse ait augmenté ?

— Mais simplement parce que la proportion de vapeur est plus grande. Quand on avait du liquide pur, on avait 0,78 litre par kg de fluide. Maintenant, on a une proportion de 40 % de liquide et 60 % de vapeur, ce mélange a un volume spécifique de 48 litres par kg.

Le poids du fluide n'a pas changé, mais le volume spécifique a augmenté. Il faut donc que ce mélange liquide-vapeur passe plus rapidement dans la conduite.



— La vitesse va donc augmenter constamment ?

— Bien entendu puisque la section du tube reste la même et que la quantité de vapeur et par conséquent le volume spécifique du fluide augmente sans cesse.

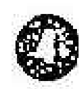
— La pression et la température sont restées sensiblement les mêmes. L'une et l'autre ont un peu baissé en raison des pertes de charge que la diminution de pression occasionne par le frottement du fluide le long de la conduite, mais cette diminution n'est guère sensible.

— Faisons le point sur la carte.

— Nous sommes au point D.



— Quelle est la vitesse au départ?
— Exactement 5 kms à l'heure.



— Voyez, au fur et à mesure que nous parcourons l'évaporateur, des gouttelettes de liquide se transforment en vapeur.

— C'est ce phénomène comparable à une ébullition qui absorbe de la chaleur.

— Et par conséquent refroidit l'air environnant l'évaporateur.

— Notre prison.

— Prison peu commune....

— Nous arrivons au milieu de l'évaporateur. Mettons en batterie nos instruments et nos réflecteurs.

— L'aspect est changé. Les gouttes de liquide sont devenues plus rares.

— Nous n'avons plus que 40 % de liquide et donc 60 % de vapeur.

— Les gouttes de liquide sont plus visqueuses, elles contiennent relativement plus d'huile.

— Cependant, un peu de cette huile s'est déposée sur la paroi du tube et vous la voyez lentement entraînée par la vitesse du gaz en formant des ondulations lentes.

— C'est cela qui permet le retour de l'huile ?

— Oui, mais la plus forte proportion est encore contenue dans la partie de fluide restée liquide.

— Et quelle est notre vitesse actuelle?

— Un peu plus de 10 kms à l'heure, 10 kms 600 exactement.

CHAPITRE V

« ...puis estudiait quelque meschante demye heure, les yeux assis dessus son livre, mais (comme dict le Comicque) son âme estoit en la cuysine. »

RABELAIS.

Dégivrage.

— Toutes nos observations sont faites, qu'attendons-nous pour repartir?

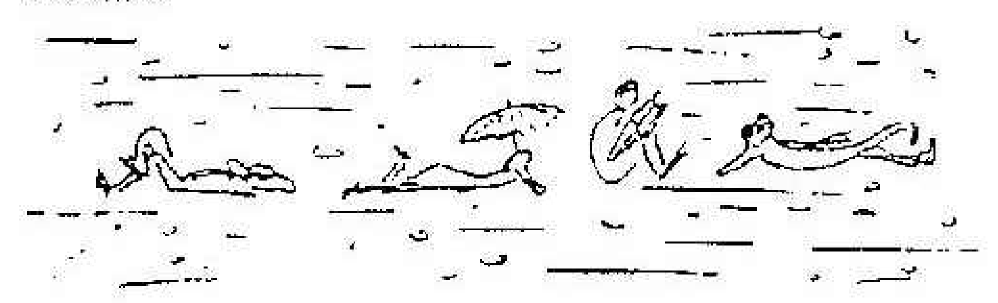
— Nous attendons que l'installation s'arrête pour suivre dans l'évaporateur même toutes les phases du dégivrage automatique.

— Que faut-il pour celà?

— Notre installation étant contrôlée par un thermostat dont le bulbe est fixé étroitement sur l'évaporateur lui-même, il faut attendre que la température extérieure de l'évaporateur se soit abaissée jusqu'à la température de réglage du déclanchement.

— Et qu'allons-nous faire en attendant?

— Mademoiselle Colyvette, la patience est une vertu....



... attendons que le compresseur s'arrête.

— A propos de patience, je vais vous raconter une histoire.

— Cela passera le temps.

— J'aimerais mieux faire une belote.

— Ou une manille coinchée.

— Messieurs, je vous en prie, nous sommes des savants, ces propos resteront entre nous, mais s'ils arrivaient à être connus de nos confrères de l'Académie des Sciences frigorifiques, nous passerions définitivement pour des plaisantins.

— Et votre histoire?

— La voici : j'ai connu en Tunisie un homme très bien mais qui n'était plus de la première fraîcheur. S'il y avait eu à l'époque des cartes de rationnement, il se serait placé sans hésiter dans la catégorie V. Un jour qu'un de ses employés lui demandait une augmentation...

— Les employés demandent toujours de l'augmentation.

— ... il l'exhorta à la patience et lui parla en ces termes : « Il y a 50 ans, j'arrivais en Tunisie sans idée préconçue sur ce que j'allais y faire. On me proposa de planter de la vigne, mais j'appris qu'il fallait 3 ans pour que la vigne soit productrice et je refusai net. Trois ans, cela me semblait trop long... Eh bien, mon ami... je viens de planter des oliviers, et savez-vous combien de temps il faut pour que l'olivier soit productif ?... 15 ans.

— Et qu'est-ce que cela prouve ?

— Cela prouve qu'en vieillissant les hommes deviennent raisonnables et patients.

— Et qu'ils commencent à prendre leur temps quand il ne leur en reste plus...

— Le compresseur ne s'est pas encore arrêté, nous avons beaucoup de difficultés à nous tenir immobiles au milieu du courant rapide du fluide qui nous entoure, mais il nous faut à tout prix assister au dégivrage. Je vous demanderai de faire de fréquentes observations de température et de pression.

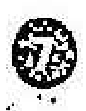
— Le compresseur vient de s'arrêter, il est 10 h. 10.

— Comme tout se calme immédiatement... Voyez le jet de vapeur dans lequel nous étions s'est immobilisé. Gaz et liquide se sont séparés. Le liquide repose au fond du tube en une mince couche.

— Comment se fait-il qu'il y ait si peu de liquide ? Je pensais que l'évaporateur était en partie noyé.

— Pas du tout. Ce que nous appelons détente directe, les Américains l'appellent « expansion sèche ».

Un évaporateur à détente directe est parcouru rapidement, comme nous l'avons vu, par un fluide qui, au début, est un mélange de liquide et de vapeur et à la fin de la vapeur seulement. Pendant le parcours, la quantité totale de liquide se transforme en vapeur. Réfléchissez que pour parcourir l'évaporateur, il ne nous aurait fallu que 6" environ et que nous n'avons à débiter que 26,8 litres par heure de Fréon 12 liquide pour donner 1.000 frigories heure. Notre évaporateur ne contient même pas 1 % de son volume intérieur en volume de liquide pur.



— Cela est-il vrai qu'on alimente l'installation par le haut ou par le bas ?...

— Bien entendu, c'est de l'arithmétique élémentaire.

— C'est donc une erreur de dire qu'un évaporateur à détendeur direct fonctionne « noyé » quand il est alimenté par le bas ?

— C'est mon avis. Qu'un évaporateur soit alimenté par le haut ou par le bas, cela ne change rien à la quantité de liquide qui y pénètre, ni au temps qu'il faut pour le vaporiser.

Pour avoir un évaporateur noyé ou semi-noyé, il faut une faible vitesse de circulation du liquide qu'on obtient en plaçant les tubes de l'évaporateur en parallèle et avec l'aide de nourrices ou de collecteurs qui recueillent la vapeur quand elle se forme.

— Mais avez-vous fait les observations ?

— Oui. A 10 h. 10, le compresseur s'est arrêté, la température était de —10° et la pression de 2,25 at. abs. Sur notre carte, nous nous trouvions toujours au point D.

— Et maintenant ?

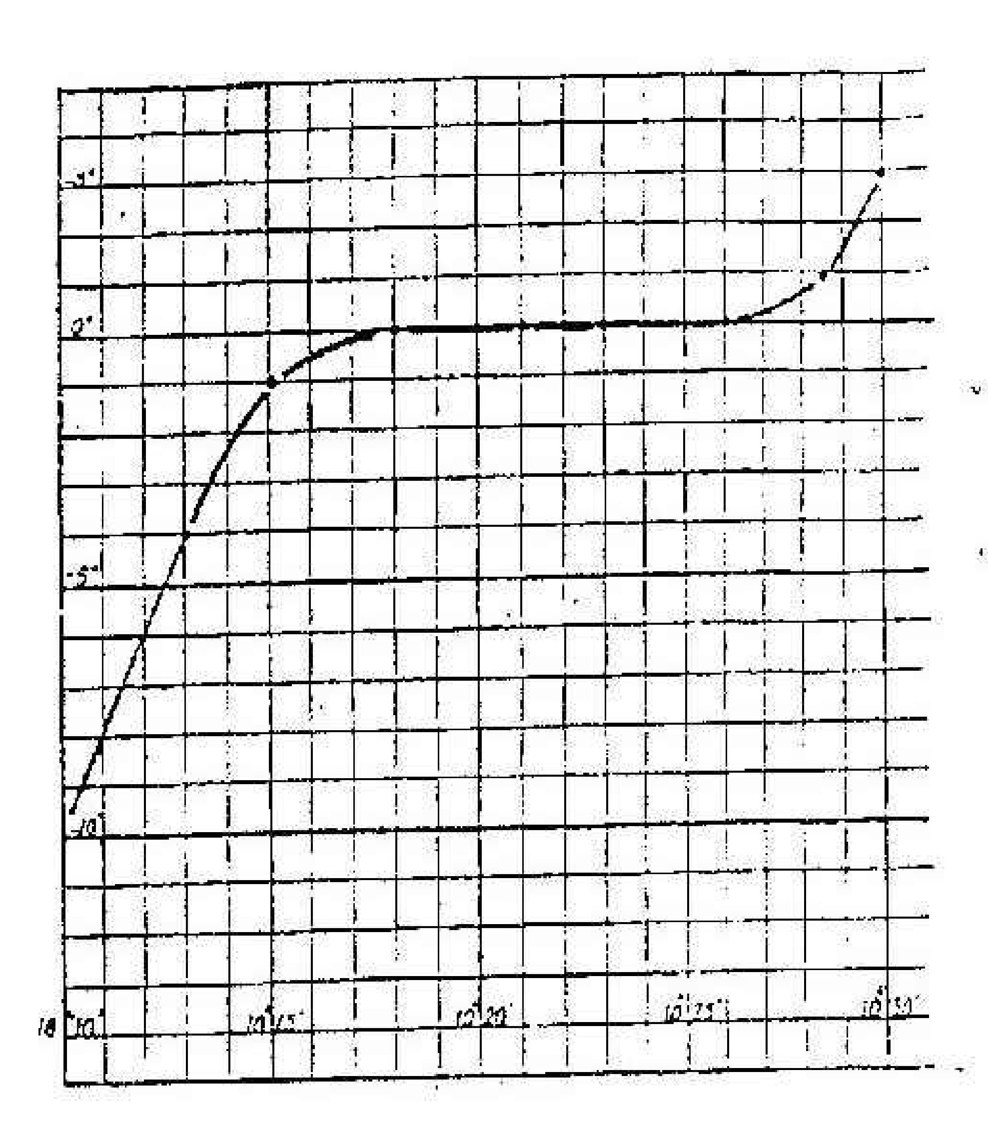
— Maintenant, il est 10 h. 13, température —4° pression 2,75.

— D'où vient cette augmentaion de pression ?

— Mais simplement du fait que l'évaporateur est constamment chauffé à l'extérieur par l'air de la chambre froide qui est plus chaud.

— 10 h. 15' ; température —1°, pression 3,07.

— La température et la pression remontent. Notez-les avec soin, nous pourrons, à notre retour sur la terre ferme, si j'ose dire, établir une courbe très intéressante.



2°
-5°
-10°

— 10 h. 19' : température 0°, pression 3,15 at. abs.

— Nous venons d'atteindre la température de fusion de la glace, le givre qui est sur l'évaporateur va commencer à fondre.

— 10 h. 21' : toujours température 0°.

— Tiens, cela n'augmente plus ?

— Evidemment non, vous savez que la fusion de la glace s'établit à la température constante de 0°. Tant que le givre ne sera pas entièrement fondu, la température et la pression à l'intérieur resteront sensiblement constantes.

— Toujours 0° ?

— Toujours, et il est 10 h. 23'.

— Comme c'est long... Quel temps perdu...

— Toujours impatiente... Ce temps n'est pas perdu... Il permet au compresseur, au condenseur et au moteur électrique de se refroidir. Ils vont repartir tout à l'heure dans de meilleures conditions, pour donner le maximum de rendement et ne pas subir d'usure rapide.

— 10 h. 26', toujours 0°.

— La température doit monter dans la chambre froide.

— Pas sensiblement, la glace formant le givre réparti sur toute la surface des ailettes contribue à maintenir la température basse et à faire circuler l'air par différence de densité.

— 10 h. 28' : température + 0°5.

— Le dégivrage est donc fini ?

— Presque.

— 10 h. 29" : température + 1°5.

— Avez-vous remarqué qu'il n'y a plus du tout de liquide dans l'évaporateur ?

— Bien entendu, la faible quantité de liquide qu'il contenait s'est vaporisée, le givre lui a cédé une partie de sa chaleur et l'évaporateur est absolument sec.

— Sauf l'huile qui tapisse les parois.

— Maintenant la température et la pression remontent beaucoup plus vite.

— Le givre est fondu entièrement, il n'y a plus de chaleur latente à extraire de la glace. N'oubliez pas que chaque kilo de glace demande 80 calories pour fondre.

— Quel est le poids de givre qui pourrait s'accumuler sur l'évaporateur d'une installation de 1.000 fg/h environ?

— Il est impossible de répondre à cette question, la quantité de givre dépend de nombreux facteurs : de l'humidité de l'air, de la température de l'évaporateur, de la perte en eau des denrées entreposées et aussi de la plus ou moins grande étanchéité des portes Néanmoins, dans une installation de 1.000 fg/h, comme la nôtre, l'été, dans des conditions normales, on accumulerait facilement 4 à 5 kgs de givre par jour.

8

— D'où la nécessité du dégivrage automatique entre chaque cycle quand on a un évaporateur à ailettes, car : 1° la couche de givre est un isolant qui réduit la capacité frigorifique de l'évaporateur et 2° ce qui fait la capacité d'un évaporateur à ailettes est la grande surface qu'il offre au contact de l'air, Or, si le givre s'accumule au point de remplir l'espace compris entre les ailettes, la surface est réduite de 80 à 90 %.

— Et la capacité de l'évaporateur devient nulle.
— Ou presque, et l'installation frigorifique ne fonctionne plus.
— On peut aussi dégivrer périodiquement en arrêtant l'installation?
— Oui, c'est ce que l'on faisait vers 1900, ce n'est pas très moderne.
— Ni très automatique.
— Et l'inconvénient n° 1 subsiste, l'évaporateur perd de sa capacité à chaque instant à cause de l'isolation formée par les particules de glace enrobées d'air qui constituent le givre.
— Attention. 10 h. 30, température + 3°, pression 3,5 at., le compresseur vient de se remettre en marche.
— En effet, + 3° était la température de réglage de notre thermostat.
— Et que faut-il pour dégivrer automatiquement?
— Vous l'avez vu, c'est bien simple, il faut que le compresseur ne se remette pas en marche tant que la température est égale ou inférieure à 0°. Si le compresseur se remet en marche à une température supérieure à 0° on a la certitude absolue que le givre est fondu. Et pour qu'il le soit entièrement, il faut chercher une température de + 2° ou + 3°. Généralement, on ne peut atteindre plus près de 1° en dessous de la température de la chambre froide.
— Par conséquent + 3° dans une chambre à + 4°.



— C'est bien cela.

— Et on ne peut plus espérer dégivrer dans une chambre froide à une température inférieure à + 2°.

— Peut-on dégivrer automatiquement en employant un termostat d'ambiance comme appareil de régulation ?

— Incontestablement non, on ne peut pas être sûr du résultat avec un thermostat d'ambiance. Pour dégivrer, il faut contrôler la température de l'évaporateur, c'est celle-ci qui doit passer au-dessus de 0°. On le peut soit par un thermostat de surface, soit avec un pressostat.

— On emploie quelquefois un thermostat d'ambiance en série avec un pressostat.

— C'est exact, et on a alors les avantages des deux systèmes.

— Pour une augmentation minime du prix.

— Mes amis, nous avons assez disserté, dès que l'installation sera revenue à —10°, nous reprendrons notre voyage. Notre prochain arrêt sera à la fin de l'évaporateur.

— Attention... —10° nous y sommes...

— Vous avez noté notre vitesse : 12 kms à l'heure.

— Atendez, attendez, j'entends queqlue chose... écoutez...

— En effet, le tube vibre comme une trompette.

— Dites plutôt comme un trombone.

— On dirait un jappement...

— Ecoutez donc... c'est mon chien, c'est Basket, le voilà revenu, il est tout mouillé, pauvre bête.

— Comment cela a-t-il pu se faire ?

— Très simplement, lui aussi a dégivré. Le

glaçon dans lequel il était prisonnier a fondu pendant le dégivrage et le chien a été libéré.

— Mais vivant ?

— Bien sûr. Vous n'avez jamais essayé de congeler une anguille vivante dans un tiroir à glace ?

— Eh bien, puisque nous sommes au complet, partons, n'oubliez pas que dehors on nous attend.

— Nous voici de nouveau entraînés par le courant.

— Plus nous avançons, plus les bulles de liquide se font rares. Nous naviguons dans un brouillard composé de liquide et en partie de fines particules d'huile.

— Où sommes-nous ?

— Au point E : température — 11°, pression 2.15, quantité de chaleur, 131,5, pourcentage de vapeur 90 %, liquide 10 %.

— Nous approchons de la fin.

— Stop...

— Où sommes-nous ?

— Au point F. Juste à la fin de l'évaporateur. Température — 11°5, pression 2.11, quantité de chaleur 136, pourcentage de vapeur 100 %, vitesse 19 kms à l'heure.

— Pourquoi la température a-t-elle baissé depuis notre départ ?

— Parce qu'il y a des pertes de charge dans l'évaporateur.

— Mais elle a plutôt baissé vers la fin ?

— Oui, car au début, on avait un pourcentage de liquide élevé et une vitesse faible. Au fur et à mesure que le liquide se transformait en vapeur, la vitesse augmentait, les pertes de charge augmentaient. Donc, la pression sur le liquide diminuait

et il se vaporisait à une température plus basse.

— Il n'y a plus du tout de Fréon 12 liquide maintenant, il s'est transformé entièrement en vapeur. Notre détendeur est donc très bien réglé.

— Et juste de la capacité convenable.

— Pouvez-nous nous dire combien de temps il nous aurait fallu pour parcourir les 18 m. de longueur de tube de l'évaporateur si nous n'avions pas fait d'arrêts ?

— Oui, exactement 5 secondes 4/10, ce qui ferait une « moyenne commerciale » comme on dit dans l'aviation, de 11,5 km. à l'heure.

— Voyez ce qui se passe maintenant. Nous sommes dans ce qu'on appelle la vapeur saturée sèche, c'est bien le point F sur notre carte. A ce point précis, il n'y a plus de liquide et la vapeur se trouve à la température qui correspond à la pression de vaporisation du liquide.

— Mais il semble que l'ambiance redevient plus humide.

— C'est exact, voilà à nouveau le brouillard particulier du fluide liquide.

— Oui, je vais vous expliquer pourquoi. Le point F sur notre carte, qui marque la fin de l'évaporation et la naissance de ce que nous avons appelé la vapeur saturée sèche, est un point fixe sur la carte. Ce n'est pas un endroit fixe dans l'évaporateur.

— En somme, il y a ici une marée, un flux et un reflux.

— L'image est très juste. Si le détendeur avait une capacité exactement semblable à celle de l'évaporateur et qu'il soit exactement réglé et très sen-

sible, on aurait la fin de l'évaporateur à un point fixe, mais cela ne peut pas être.

— La capacité du détendeur dépend grossièrement de la section de l'orifice du gicleur et de la différence de pression entre l'entrée et la sortie, l'amont et l'aval.

—La haute et la basse pression.

— Et bien entendu aussi de la nature du fluide frigorigène.

— Et de la quantité d'huile qu'il contient.

— En admettant que toutes les autres conditions restent semblables, la différence de pression varie. Elle varie largement entre l'hiver et l'été et elle varie aussi en cours de fonctionnement du compresseur.

— Et alors il arrive ceci : quand le détendeur s'ouvre, il envoie dans l'évaporateur une giclée de liquide. Cette giclée va un peu trop loin et elle dure tant que le bulbe sensible n'a pas été influencé par elle et le détendeur reste ouvert.

— La marée monte...

— Puis le bulbe finit par être influencé et fait fermer le détendeur. Le compresseur, lui, pompe toujours à la même cadence et finit par absorber la vapeur dégagée par le fluide et la détente se raccourcit.

— La marée descend...

— La vapeur au niveau du bulbe s'est immédiatement surchauffée, mais le bulbe n'a pas eu le temps d'être influencé. Il possède forcément une inertie calorifique qui retarde son action.

— Ce flux et ce reflux sont-ils de grande amplitude ?

— Constatez-le vous-même. Dans notre installa-

tion qui a été spécialement soignée, elle est de l'ordre de 20 à 30 cm avec la pression que nous avons actuellement.

— Mais le détendeur avait un orifice un peu plus grand...

— Et on ne peut pas toujours le choisir exactement...

— L'amplitude serait beaucoup plus grande, ce qui engendrerait une mauvaise utilisation de l'évaporateur ou un givrage intermittent de la conduite d'aspiration.

— Au moment de l'ouverture.

— Que fait-on pour remédier à cela ?

— On choisit d'abord un détendeur dont la capacité s'accorde le plus possible avec celle de l'évaporateur.

— Mais vous avez dit qu'elle ne pouvait jamais se faire exactement...

— Et on met un tube sécheur.

— C'est dans ce tube sécheur que nous allons maintenant pénétrer.

CHAPITRE VI

Le tube sécheur et la conduite d'aspiration

— Maintenant nous allons entrer dans une autre zone.

— On pourrait dire un autre monde : celui de la vapeur surchauffée. La vapeur sèche ayant continué à absorber de la chaleur...

— Pourquoi ?

— Mais parce qu'elle se trouve à — 11°5 dans un tube non isolé, lui-même placé dans l'ambiance à + 4° de la chambre froide et que cet air va céder de la chaleur à la vapeur par les parois du tube. Car la chaleur, vous le savez, va toujours du corps à température la plus élevée vers le corps à température plus basse.

— Et que va-t-il se passer ?

— Vous allez voir, laissons-nous entraîner à quelques centimètres plus loin, dans le tube sécheur, vers l'endroit où à l'extérieur du tube est fixé le bulbe du détendeur et prenons des mesures.

— Température — 5°, pression 2,1, quantité de chaleur 137,5 cal. par kilo.

— C'est le point C de notre carte. Nous sommes bien dans la vapeur surchauffée.

— Pourquoi surchauffée ?

— Parce que la pression n'a pas changé et que

la température a augmenté : —5° au lieu de — 11°5 qui était la température de la vapeur saturée et d'ailleurs aussi la température d'évaporation. Nous avons donc une surchauffe de 6°5. Notre détendeur est réglé de façon à s'ouvrir pour cette surchauffe. Et le bulbe sensible contrôle cette surchauffe. Si elle augmente, le bulbe devient plus chaud, la pression à l'intérieur augmente et le détendeur s'ouvre injectant une giclée de liquide. Si au contraire, elle diminue, le bulbe se refroidit, la pression à l'intérieur du bulbe diminue, le détendeur se ferme. On a ainsi une alimentation presque exacte de l'évaporateur, sauf toutefois l'amplitude constatée tout à l'heure, si le bulbe est bien fixé à l'évaporateur pour enregistrer le plus rapidement possible les variations de température et si le détendeur n'a pas une capacité trop forte.

— C'est-à-dire s'il a un orifice bien calibré par rapport à la capacité de l'évaporateur.

— Et qu'arrive-t-il si l'orifice du détendeur est trop grand ?

— Il arrive que le détendeur injecte une quantité de liquide trop grande dès qu'il s'ouvre. Cette trop grande quantité de liquide ne peut pas se vaporiser entièrement dans l'évaporateur et passe dans la conduite d'aspiration qui givre d'autant plus que le bulbe ne se refroidissant pas instantanément il ne peut évidemment pas faire fermer immédiatement le détendeur.

— Et alors quand le bulbe trop froid se décide à faire fermer le détendeur, celui-ci reste trop longtemps fermé avant que le bulbe se réchauffe à nouveau et l'évaporateur n'est plus assez alimenté.

— En somme, la détente sera toujours ou trop longue ou trop courte.

— C'est bien cela.

— Donc, nous sommes maintenant dans la vapeur surchauffée.

— Oui, et ce brouillard qui nous environne n'est qu'un brouillard d'huile, la densité de chacune de ces fines gouttelettes d'huile est voisine de celle de la vapeur et les gouttelettes sont entraînées avec elle.

— A la condition toutefois que la vitesse du gaz ne tombe pas au-dessous de 5 m. par seconde. En dessous de cette vitesse l'huile s'accumule aux coudes et dans les poches formées par le tube d'aspiration qui n'est pas toujours en pente régulière vers le compresseur.

— Quelle importance cela a-t-il ?

— D'abord la place de l'huile est dans le carter du compresseur, c'est là qu'elle est utile. Partout ailleurs, elle est nuisible. Elle forme isolant à l'intérieur du tube de l'évaporateur et si elle s'accumule par endroit, elle réduit la section dans la conduite, par conséquent crée des pertes de charge supplémentaires imprévisibles et non calculables, dont le résultat est de diminuer la capacité du compresseur.

— Et l'huile ainsi accumulée peut manquer au carter pendant un temps plus ou moins long.

— Avec les inconvénients que cela comporte en particulier pour le presse-étoupe, généralement la première victime.

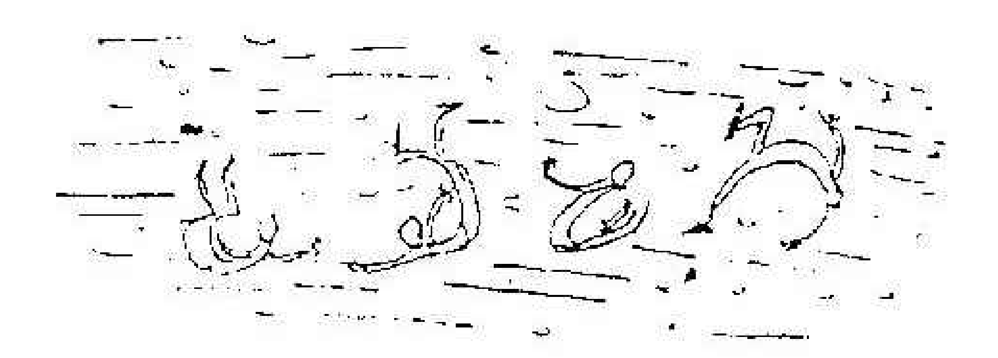
— Comme c'est compliqué une installation frigorifique.. Et quand je pense que certains disent que

n'importe comment elle est montée, elle marche toujours...

— Oui, elle marche. Mais une automobile marche aussi sur 3 cylindres ou avec une avance à l'allumage insuffisante. Elle marche mal, voilà tout.

— Et elle consomme davantage.

— Laissons-nous entraîner dans le tube sécheur qui a d'ailleurs une autre utilité que celle d'assurer le séchage.



Laissons-nous emporter tranquillement par le courant...

— C'est-à-dire la vaporisation complète du liquide quand le détendeur est ouvert.

— A marée haute...

— Décidément, vous aimez votre comparaison. Le tube sécheur a encore un autre rôle très important. Il met le bulbe du détendeur à une distance assez grande de la conduite d'aspiration pour que la température de celle-ci n'ait pas d'influence sur lui.

— En effet, cela est extrêmement important : la conduite d'aspiration est à l'extérieur, donc réchauffée par l'air ambiant. S'il n'y avait pas de tube sécheur, cette conduite chaude irait par conduction réchauffer le bulbe.

— Qui ouvrirait le détendeur... en grand, rendant tout réglage illusoire.

— Et le plus grave est que cela se produirait aussi pendant l'arrêt du compresseur.

— Et à la mise en route, peut-être le terrible « coup de liquide »...

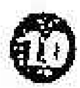
— En tout cas sûrement le givrage de la conduite d'aspiration.

— Et ce pauvre détendeur serait encore une fois de plus accusé de ne pas fermer, alors qu'il ne peut pas fermer à cause de l'ignorance du monteur.

— Ou de l'économie d'un mètre ou deux de tube.

— Continuons donc notre promenade, laissons-nous entraîner, la vitesse s'accroit sans cesse, mais elle n'est pas trop élevée.

— Environ 20 kms à l'heure.



— Pourquoi la vitesse s'acroit-elle puisque le tube a toujours la même section ?

— Parce que le gaz se surchauffe de plus en plus et que son volume spécifique augmente. Vous savez que la vitesse se calcule en divisant le volume du gaz par la section du tube. Si le volume augmente, la vitese de circulation croit.

— Maintenant, écoutez bien mes ordres. Dans quelques instants nous allons nous trouver à la

fin de la conduite d'aspiration, près du compresseur. Exactement à la sortie de la vanne d'aspiration. Nous aurons à traverser plusieurs points dangereux pour nous. Nous aurons à faire des observations très rapides. Il faudra du coup d'œil, de la décision et de l'attention.

— Faisons d'abord le point ici : nous sommes à la fin de la conduite d'aspiration. Vitesse du gaz : 23,400 km à l'heure, température + 15°.



— Voyez comme la surchauffe est devenue élevée...

— Pression 2,05.

— La pression a encore diminué.

Mais oui, elle est réduite de la valeur des pertes de charge dans la conduite d'aspiration.

— Quantité de chaleur : 139 calories par kilo.

— Nous sommes au point G1 de notre carte.



CHAPITRE VII

Jay en confesse avoir fait qu'on ne fist onques.

RABELAIS

Dans le compresseur

— Attention, groupons-nous bien, nous allon traverser le compresseur et nous ne nous arrêteron qu'à sa sortie. C'est-à-dire après la vanne de re foulement.

— Partons.

Une aspiration violente, des tourbillons, une pres sion énorme, une température élevée qui semblen irrésistibles, un courant violent nous entraîne à tra vers un espace étroit.

— Stop...

— Nous ne sommes plus que deux...

— J'ai mon chien...

— Vous avez votre chien, mais nous avons perdu Robert et Jean... Que faire ?...

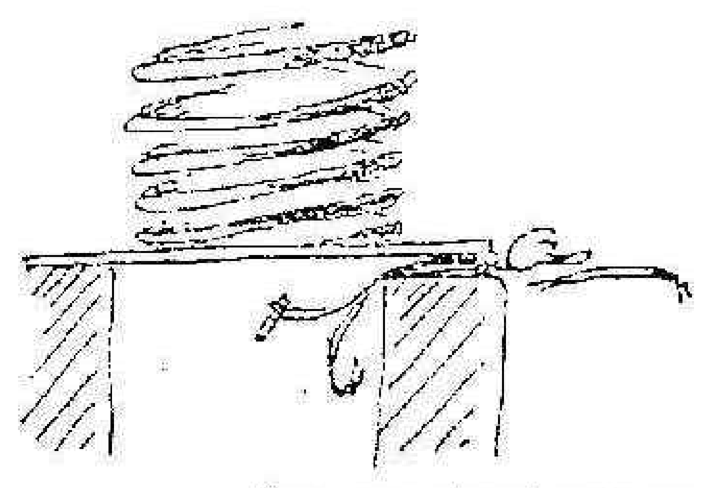
— Tenter de retourner dans le compresseur. I ne faut pas y songer, jamais nous ne réussirons à remonter le courant violent du gaz à travers le clapet de refoulement.

— Qu'est-il arrivé ? Sont-ils écrasés sous un cla pet ? N'ont-ils pas pu résister à la pression ? à la chaleur ?

— En voici un... c'est Robert.

— Où est Jean ?

— Ne vous inquiétez pas, je l'ai vu. Au départ,



Peut être écrasé sous un clapet...

il s'est englué dans l'huile qui était aspirée dans la culasse en même temps que notre gaz, cela l'aura retardé.

— Mais vous avez l'air bien joyeux...

— Mes amis, je viens de faire une série d'observations étonnantes... et j'y ai été amené sans le vouloir.

— Racontez-nous cela.

— Tout d'abord, et sans reproches, il y a de votre faute, vous m'avez laissé la corde à nœuds et les projecteurs et j'étais un peu empêtré. J'ai été pris dans un tourbillon au moment de la descente du piston et séparé de vous.

— Bien, mais vous deviez néanmoins être chassé avec nous en même temps que la masse de vapeur refoulée par le piston.

— Pas du tout, je me suis trouvé coincé dans l'espace nuisible.

— Diable, je n'y avais pas pensé...

— ...et en compagnie de nombreuses molécules

de vapeur, comprimées entre le haut du piston et le dessus de la plaque porte-clapets. Au creux de cet espace nuisible elles n'avaient pas été refoulées.

— Et alors ?

— Alors, j'ai trouvé l'occasion favorable pour faire des observations. Je suis resté collé là, et je vous assure que ce n'était pas facile, à l'aspiration il y avait des tourbillons épouvantables.

— Et qu'avez-vous constaté ?

— Que vous êtes impatients... j'ai constaté que quand le piston redescend, ce petit volume de gaz comprimé reprenait sa place et son volume primitifs. Et que par conséquent, une grande part de la course descendante du piston était inutile. Pendant cette première partie de la course descendante, le clapet d'aspiration ne s'ouvrait pas.

— Et par conséquent cette course ne servait pas à aspirer les gaz frais venant de l'évaporateur.

Cette course inutile du piston est-elle longue ?

— Assez... je l'ai estimée au 1/5 de la course totale.

— Voilà ce qui nuit au rendement du compresseur...

— C'est pour cela qu'on l'appelle l'espace nuisible.

O La Palice...

— Notre compresseur est de bonne construction, cet espace est très réduit.

— Oui, mais il existe néanmoins, il est inévitable d'ailleurs...

— Et qu'avez-vous constaté encore ?

— Voici mes chiffres : dans le clapet d'aspiration, vous avez pu voir que votre vitesse s'était

très réduite, mais je n'ai pas pu la mesurer en raison des tourbillons qui s'y produisaient. La température s'était élevée de quelques degrés, nous étions à 20°. Au moment où nous avons traversé l'orifice d'aspiration notre vitesse était de 60 km/h.

— C'est là que nous avons eu l'impression d'un écrasement.

— Oui, pour passer dans cet orifice relativement étroit le gaz est laminé.

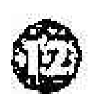
— Au moment où le piston est remonté, j'ai pris rapidement une série de notes... Voici pour la température : elle s'est élevée de + 20° à + 75°.

— Par l'effet de la compression.

— Et la quantité de chaleur contenue dans le gaz de 140 à 147 calories par kilo et j'ai marqué sur la carte les points H, I, J et K. La pression pendant ce temps passait de 2,05 à 9,7 at. abs.

— Et en combien de temps avez-vous fait tout cela ?

— En un demi-dixième de seconde à peu près, le temps de la remontée du piston.



— Quelle célérité et quel trajet parcouru sur la carte en peu de temps...

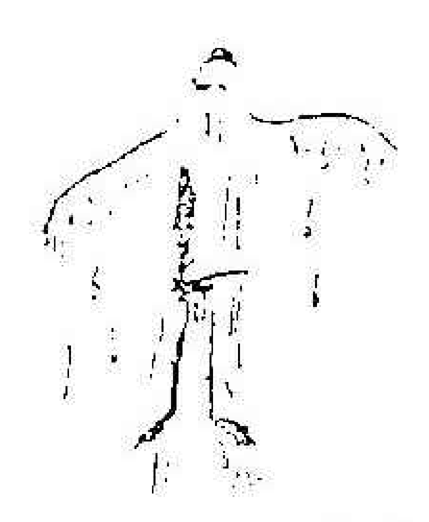
— Tiens, voilà Jean... Dans quel état vous êtes, mon pauvre ami...

— Il m'en est arrivé une drôle d'histoire...

— Racontez.

— Au moment où vous vous êtes tous précipités dans la chapelle d'aspiration, j'ai laissé tomber ma règle à calcul.

— Dans l'huile...



— Tombé dans l'huile.

— Oui, dans l'huile aspirée avec notre vapeur mais qui en raison de la diminution de la vitesse due aux dimensions relativement grandes de la chapelle était descendue au fond sur la plaque porte-clapets.

— Et vous avez voulu la chercher...

— Bien sûr et je me suis trouvé pris dans cette huile comme dans de la glu. Impossible de m'en dépêtrer. Avec cette huile, j'ai été entraîné dans le carter par le conduit qui relie la chapelle d'aspiration au carter.

— Et qui est précisément destiné au retour de l'huile...

— Cela vous semble tout naturel, mais je vous assure que de se trouver seul dans un carter, ce n'est pas drôle... Si vous aviez vu ces terribles projections de masses d'huile que les bielles envoyaient avec violence sur les parois du carter et les cylindres... Je n'avais pas une seconde de tranquillité. Et je me demandais comment j'allais me sortir de là... Je me voyais mal finir mes jours dans ce carter.

— C'est cependant un belle fin pour un technicien frigoriste...

— Alors il m'est venu une idée. Je me suis dit que puisque l'huile circule dans l'installation, c'est qu'elle vient du carter.

— Projetée sur la paroi du cylindre et ensuite balayée par le gaz.

— C'est évident et alors j'ai fait tout mon possible pour me faire envoyer sur la paroi du cylindre d'un coup de tête de bielle bien appliqué. Cela n'a pas réussi du premier coup.

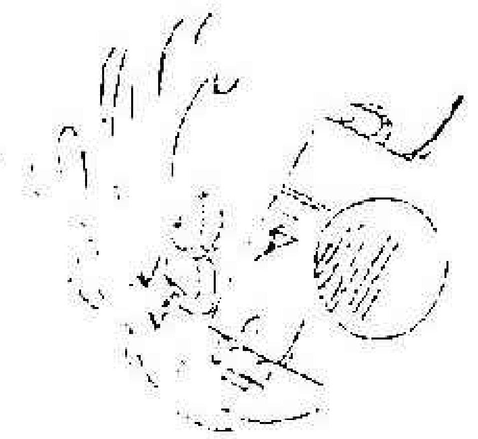
— Manque d'habitude sans doute...

— Et puis, quand cela réussissait, le segment racleur du piston me renvoyait dans le carter.

— Et tout était à recommencer...

— Enfin, après de nombreuses tentatives, j'ai réussi à me coller au film d'huile qui adhère au cylindre et qu'aucun segment ne peut enlever.

— Heureusement d'ailleurs, car il y aurait grippage.



Un coup de tête de bielle bien appliqué.

— En quelques coups de piston, je suis remonté avec ce film d'huile et ai été entraîné avec de nombreuses molécules par le gaz refoulé... et me voici... Tout à l'heure je prendrai un bain de Fréon 12 pour dissoudre cette huile qui colle sur moi et me gêne.

— Et qui vous donne l'aspect sympathique et luisant d'un beignet...

— Eh bien, maintenant, faisons le point avant notre départ.

Nous sommes immédiatement après la vanne de refoulement à la naissance du condenseur. Température 75°, pression 9,7. Nous sommes au point K de notre carte.

— Laissons-nous maintenant entraîner dans le condenseur et faites vos observations au passage.

— Nous venons de pénétrer dans le premier tube. Vitesse, 19 km/heure, température 70°, pression 9,7.



— Nous sommes dans une vapeur surchauffée puisque à la pression de 9,7 correspond la température de 40° et que notre température est de 70°. Le premier effet du condenseur va être de refroidir cette vapeur pour l'amener à la température de condensation.

— En effet au fur et à mesure que nous parcourons les premiers tubes la température s'abaisse. Je lis 70°, 60°, 50°, puis 40°.

— Attention nous sommes arrivés à un point intéressant. Regardez la carte, nous sommes au point L.

— L'aspect du gaz est inchangé, nous nous trouvons juste à l'endroit où la surchauffe cesse et voyez...

— Voici les premières gouttes de liquide qui se montrent plus loin. Voulez-vous prendre des mesures, nous sommes dans des vapeurs saturées sèches.

— Tempétature 40°. Pression 9,7.

— Notez cette pression, c'est la pression qui correspond à 40° pour le fréon 12, c'est la pression de condensation.

— L'air extérieur est à combien ?

— 24°.

— Il y a donc 16° d'écart entre la température de condensation et la température de l'air passant dans le condenseur.

— C'est normal.

— Cet écart est-il constant ?

— Non, il augmente quand la pression d'aspiration augmente, et il diminue si la pression d'aspiration diminue.

En général la différence de température entre l'air et la condensation oscille entre 14 et 20° pour un condenseur à air.

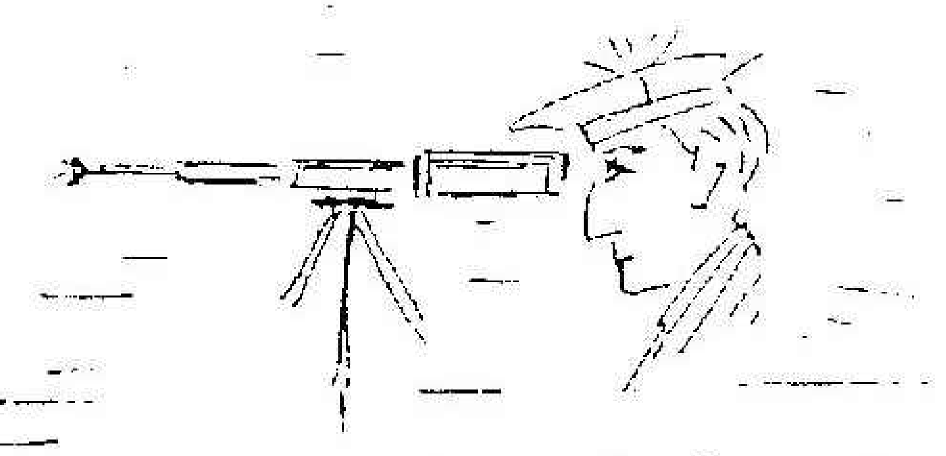
— Quantité de chaleur : 141 cal/kilo, vitesse du gaz 15 Km/heure.

— D'après mon estimation, nous devons avoir parcouru 3 m. 50 de tube.

— 1/6 environ de la longueur totale.

— La première partie du travail du conducteur qui est de refroidir la vapeur surchauffée jusqu'à la température du condenseur est terminée. Continuons notre trajet.

— Comme l'aspect change rapidement, mainte-



On aperçoit quelques gouttes de liquide...

nant nous voyons apparaître des gouttelettes de liquide.

— C'est la vapeur qui commence à se condenser.

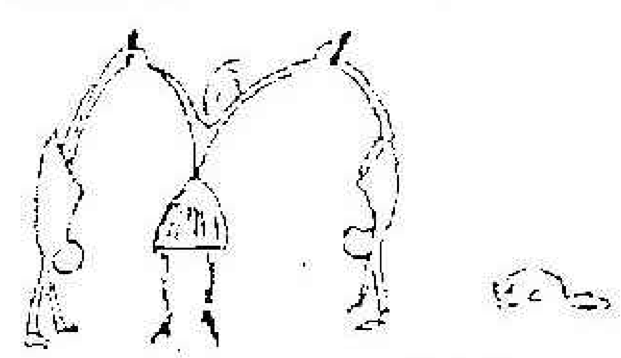
— L'huile entraînée par la vapeur recommence à se mélanger à ces gouttes de liquide, ce qui lui donne un aspect visqueux.

— Il me semble que la vitesse diminue.

— Arrêtons-nous ici et faisons le point.

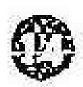
— Sur la carte nous sommes au point M.

— Nous nous sommes arrêtés au bon endroit, juste au milieu de la condensation.



Nous sommes au point M...

— En effet, la proportion de liquide et de vapeur si près de 50 %. La pression n'a pas changé, toujours 9,7 qui correspond à 40°.



— Cette pression ne variera plus, la condensation omme la vaporisation se fait à pression constante.

— La quantité de chaleur est de 125 cal/kilo et ı vitesse est tombée à 7,8 km/heure

— Nous arrivons vers la fin. Encore quelques nètres dans le condensateur et nous serons dans le éservoir. Continuons notre course.

— Une question, voulez-vous? J'ai été surpris de oir que dans une installation frigorifique il circulait constamment de l'huile et j'ai été d'ailleurs ictime de cette huile, ne peut-on pas éviter cela, ous l'avez déclaré vous-même nuisible?

— Si, on le peut, au moins en grande partie, en istallant entre le compresseur et le condensateur n séparateur d'huile, mais la séparation n'est ımais complète. Généralement d'ailleurs, on ne ıet pas de séparateur dans les installations de cette uissance.

— Quelle est la quantité d'huile qui circule ainsi ans une installation du genre de la nôtre?

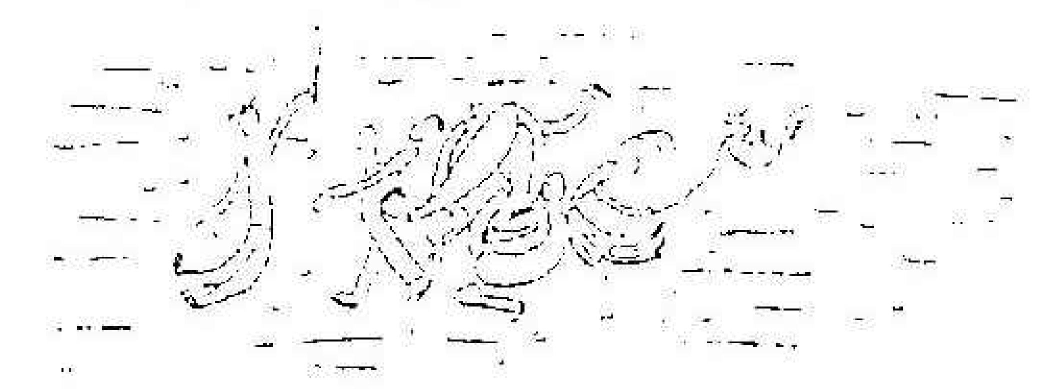
— Environ 3 à 4 litres par heure de marche du ompresseur.

— C'est énorme.... Si cette huile ne retournait as, le carter serait vide très rapidement. Et quelles récautions doit-on prendre pour en assurer le tour au carter?

— D'abord alimenter de préférence l'évaporateur par en haut. L'huile descend plus facilement

qu'elle ne monte et ainsi n'a pas tendance à s'accumuler dans les coudes. Nous avons vu que c'est u illusion de croire que l'évaporateur devrait fonctionner noyé s'il était alimenté par le bas. Ensuite avoir la dimension du tube telle que la vitesse de circulation du gaz ne soit pas inférieure à 5 m. la seconde dans les endroits où l'huile ne peut pas redescendre par gravité. Ensuite s'efforcer d'avoir un retour par gravité, en posant les tubes avec une pente de 2 cm. par mètre au minimum.

Enfin, en séparant l'huile soit au carter soit dans la chapelle d'aspiration, soit par une chambre intermédiaire munie ou non de chicanes.



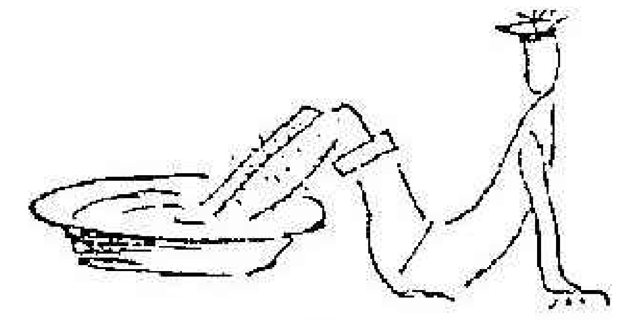
Stop !...

— Stop.

— Mais j'avais fini...

— Je ne dis pas stop pour vous empêcher de parler, mais parce que nous sommes arrivés à un endroit intéressant. Déplions la carte et faisons le point.

— Nous sommes au point N. Maintenant, il n'y a plus du tout de vapeur. Le gaz s'est entièrement condensé, liquide 100 %. Température 40°. Toujours la même pression 9,7. La vitesse n'est plus que 2.500 km/heure.



On est comme dans un bain...

— On est comme dans un bain.

— La condensation est terminée, cependant nous ne sommes pas tout à fait à la fin du condensateur.

— Mais nous n'en sommes pas loin. Parcourons le reste en observant ce qui se passe.

— Curieux, la pression est restée la même 9,7, mais la température du liquide a baissé.

— C'est ce qu'on appelle le sous-refroidissement, c'est en quelque sorte l'inverse de la surchauffe. Le liquide se trouve à une température inférieure à celle qui correspond à sa pression d'évaporation et de condensation.

— Ce sous-refroidissement est très favorable. Il augmente la capacité de l'installation et permet d'avoir à la sortie du détendeur un mélange plus riche en liquide.

— Où sommes-nous sur la carte?

.... revenus au point B. Température 35°.

— Le sous-refroidissement était donc de 5°. Attention au plongeon dans le réservoir... Mais nous sommes arrivés.

— Notre merveilleuse aventure est terminée. Il nous reste à en faire le rapport détaillé.

— Vous verrez qu'il y aura encore des jaloux pour prétendre que c'est faux...

— Laissons les jaloux... Je frappe sur le réservoir les trois coups convenus.

— Comme au théâtre.

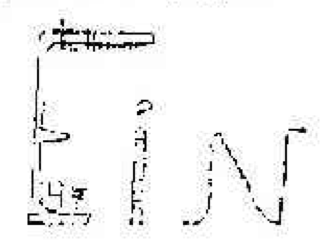
— Nos amis restés à l'extérieur vont nous délivrer. En attendant, récapitulons un peu. Combien de temps aurait-il fallu pour parcourir toute notre installation frigorifique si nous n'avions pas eu des arrêts volontaires ou non?

— C'est bien simple. 5 secondes dans la conduite liquide 3" 4/10 dans l'évaporateur, 3" 6/10 dans le tube sécheur et la conduite d'aspiration, et 10 secondes dans le condensateur. Total : 19 secondes.

— C'est le temps que met une molécule ordinaire pour traverser notre installation de bout en bout.

— Plus le temps pendant lequel elle fait la queue dans le réservoir.

— C'est un repos bien gagné.



— Fin? Comment fin? J'espère que vous allez nous dire comment vous avez pu reprendre votre forme et vos dimensions naturelles et normales.

— Mais très simplement, nous avons demandé un avis et une recette à notre Ministre des Finances dont la compétence...

— Oui, je sais... Et que vous a-t-il conseillé? L'inflation...